



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Off nl gungsschrift**  
⑩ **DE 100 10 041 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:  
F 02 D 41/14

②1 Aktenzeichen: 100 10 041.4  
②2 Anmeldetag: 2. 3. 2000  
④3 Offenlegungstag: 6. 9. 2001

DE 100 10 041 A 1

⑦1 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦2 Erfinder:  
Standt, Ulrich-Dieter, Dr., 38527 Meine, DE;  
Hupfeld, Bernd, 38518 Gifhorn, DE

⑤5 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

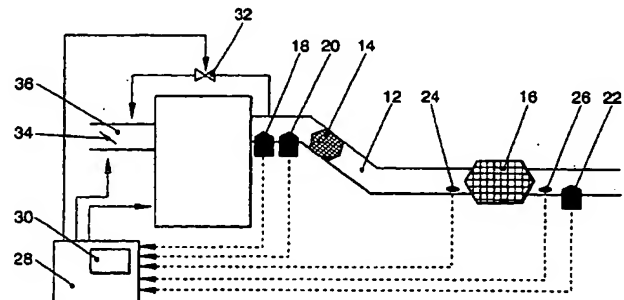
DE 198 52 244 C1  
DE 42 06 699 C2  
DE 195 11 548 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Anordnung zur Bestimmung eines in eine Verbrennungskraftmaschine einzuspeisenden  
Luft-Kraftstoff-Gemisches

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines in eine Verbrennungskraftmaschine einzuspeisenden Luft-Kraftstoff-Gemisches, wobei eine Konzentration von Sauerstoff ( $O_2$ ) in einem Abgas der Verbrennungskraftmaschine mit einem  $O_2$ -empfindlichen Messinstrument bestimmt wird. Es ist vorgesehen, dass eine Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente mit einer für diese Abgaskomponente empfindlichen Messeinrichtung (20) bestimmt wird und in Abhängigkeit der Konzentration der mindestens einen weiteren Abgaskomponente und der  $O_2$ -Konzentration ein Lambdawert ermittelt wird.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Anordnung zur Bestimmung eines in eine Verbrennungskraftmaschine einzuspeisenden Luft-Kraftstoff-Gemisches mit einem in einem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine angeordneten  $O_2$ -empfindlichen Messinstrument. Es ist vorgesehen, dass mindestens ein weiteres Messinstrument (20) zur Erfassung einer Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente in dem Abgaskanal (12) angeordnet ist und dass Mittel vorgesehen sind, mit welchen die Verfahrensschritte Messung einer Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente, Ermittlung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses in Abhängigkeit der Konzentration der mindestens einen weiteren Abgaskomponente und von Sauerstoff und Regelung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches der Verbrennungskraftmaschine (10) ausführbar sind.



DE 100 10 041 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Bestimmung eines in eine Verbrennungskraftmaschine einzuspeisenden Luft-Kraftstoff-Gemisches mit den in den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 7 genannten Merkmalen.

Es ist bekannt, ein Verhältnis eines Luft-Kraftstoff-Gemisches einer Verbrennungskraftmaschine zu bestimmen, indem ein Sauerstoffgehalt eines Abgases der Verbrennungskraftmaschine erfasst wird. Hierfür ist es üblich, Lambdasonden in einem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine anzuordnen, die in Abhängigkeit eines Sauerstoffpartialdruckes ein Signal, im Allgemeinen eine Sondenspannung, bereitstellen. Die Funktionsweise von Lambdasonden ist bekannt und soll hier nicht näher erläutert werden. Zur Charakterisierung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses wurde die dimensionslose Kennzahl Lambda eingeführt, die das Verhältnis eines aktuell in die Verbrennungskraftmaschine eingespeisten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses zu einem stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis angibt. Dabei deckt in einem stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Gemisch der Luftanteil genau den für eine vollständige Verbrennung des Kraftstoffes erforderlichen Sauerstoff-Bedarf. Dies sind etwa 14,7 kg Luft pro kg Kraftstoff.

Die Messgröße der Sauerstoffkonzentration eignet sich insbesondere bei Lambdawerten um 1, also bei stöchiometrischen Verhältnissen, um Lambda mit hinreichend hoher Messgenauigkeit zu bestimmen. Bei Luft-Kraftstoff-Verhältnissen jedoch, die stark von  $\lambda = 1$  abweichen, das heißt bei sehr mageren ( $\lambda > 1$ ) oder sehr fetten ( $\lambda < 1$ ) Betriebsverhältnissen von Verbrennungskraftmaschinen, treten zunehmende Ungenauigkeiten bei der Messung des Sauerstoffgehaltes des Abgases auf. Die Ursache hierfür liegt zum einen in Kalibrier-ungenauigkeiten von Lambdasonden, die mit einem zunehmenden Abstand zu einem Nullpunkt einer Kennlinie einer Lambdasonde stärker zum Tragen kommt. Des weiteren nimmt eine Empfindlichkeit üblicher Lambdasonden mit zunehmender Entfernung von  $\lambda = 1$  ab. Insgesamt wird also die Bestimmung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses aus einem  $O_2$ -Gehalt des Abgases allein um so ungenauer, je weiter ein Betriebspunkt einer Verbrennungskraftmaschine von  $\lambda = 1$  entfernt liegt. So treten beispielsweise in dem Arbeitsbereich von direkteinspritzenden Ottomotoren, der im geschichteten Betrieb bei Lambdawerten zwischen 2 bis 3 liegt, Messfehler von zirka 10% auf. Dieser Fehler vergrößert sich sogar noch bei Dieselmotoren, deren Luft-Kraftstoff-Gemische auf noch magerere Lambdawerte eingestellt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, mit denen ein in eine Verbrennungskraftmaschine einzuspeisendes Luft-Kraftstoff-Gemisch mit einer verbesserten Genauigkeit bestimmt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Anordnung mit den in den unabhängigen Ansprüchen 1 und 7 genannten Merkmalen gelöst. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst neben einer dem Stand der Technik entsprechenden Bestimmung einer Sauerstoffkonzentration in einem Abgas der Verbrennungskraftmaschine die Bestimmung einer Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente mit einer für diese Abgaskomponente empfindlichen Messeinrichtung und eine Ermittlung eines Lambdawertes in Abhängigkeit der Konzentration der mindestens einen weiteren Abgaskomponente und der Sauerstoffkonzentration. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird somit die zweidimensionale Kennlinie, die Lambda als eine Funktion der Sauerstoffkonzentration wiedergibt, durch ein

drei- oder sogar mehrdimensionales Kennfeld ersetzt, welches Lambda in Abhängigkeit von der Konzentration von Sauerstoff und mindestens einer weiteren Komponente des Abgases ausdrückt. Indem mindestens eine weitere Messgröße in die Berechnung von Lambda einfließt, wird das Verfahren wesentlich unempfindlicher gegenüber Messungenauigkeiten einer einzelnen Messgröße.

Gemäß einer sehr vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die Konzentration einer kohlenstoffhaltigen Abgaskomponente bestimmt. Auf diese Weise können Bestimmungsfehler minimiert werden, die durch Verwendung eines Kraftstoffes entstehen können, dessen HC-Verhältnis von dem für die Lambdawertermittlung zugrunde gelegten Kraftstoff abweicht. Vorteilhaft ist die Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid CO und/oder Kohlendioxid  $CO_2$  und/oder von nicht oder unvollständig verbrannten Kohlenwasserstoffen HC im Abgas.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird der Lambdawert in Abhängigkeit von der Konzentration der mindestens einen weiteren Gaskomponente und der Konzentration von Sauerstoff berechnet oder mittels eines zuvor abgelegten drei- oder mehrdimensionalen Kennfeldes ermittelt. Die Berechnung von Lambda beziehungsweise des Kennfeldes erfolgt vorteilhafterweise analytisch oder iterativ mit an sich bekannten mathematischen Modellen, beispielsweise nach Schweimer oder nach Brettschneider.

Die erfindungsgemäße Anordnung zur Bestimmung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses sieht neben einer Anordnung eines  $O_2$ -empfindlichen Messinstrumentes die Anordnung mindestens eines weiteren Messinstrumentes in einem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine vor, welches die Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente erfasst. Vorteilhafterweise ist dies eine  $CO$ -Sonde und/oder eine  $CO_2$ -Sonde und/oder eine HC-Sonde. Die erfindungsgemäße Anordnung sieht ferner Mittel vor, mit welchen die Verfahrensschritte der Messung einer Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente, der Ermittlung eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses in Abhängigkeit der Konzentration der mindestens einen weiteren Abgaskomponente und von Sauerstoff und Regelung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches der Verbrennungskraftmaschine ausführbar sind. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung umfassen diese Mittel eine Steuereinheit, in der eine Prozedur zur Steuerung der geschilderten Verfahrensschritte in digitaler Form hinterlegt ist. Die Steuereinheit kann in ein Motorsteuergerät integriert sein.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anordnung einer Verbrennungskraftmaschine mit einem zugehörigen Abgaskanal und

Fig. 2 ein dreidimensionales Diagramm, das Lambda in Abhängigkeit von der Konzentration von Sauerstoff und Kohlenmonoxid darstellt.

Fig. 1 zeigt eine Verbrennungskraftmaschine 10 mit einem dieser zugeordneten Abgaskanal 12. Der Abgaskanal 12 beherbergt ein Katalysatorsystem, das in diesem Beispiel einen kleinvolumigen Vorkatalysator 14 sowie einen nachgeschalteten großvolumigen  $NO_x$ -Speicherkatalysator 16 umfasst. Die Katalysatoren 14, 16 dienen zur Konvertierung von in einem Abgas der Verbrennungskraftmaschine 10 enthaltenen Schadstoffen in weniger umweltrelevante Verbindungen. Stromabwärts der Verbrennungskraftmaschine 10 und vor dem Vorkatalysator 14 sind zwei Gassonden 18, 20 in dem Abgaskanal 12 angeordnet. Die Gassonde 18 ist eine

Lambdasonde und dient der Erfassung eines Sauerstoffgehaltes im Abgas, während die Gassonde 20 für eine weitere Abgaskomponente, vorzugsweise eine kohlenstoffhaltige Abgaskomponente, beispielsweise CO, empfindlich ist. Optional können verschiedene weitere Messinstrumente zur Erfassung ausgewählter Betriebsparameter im Abgaskanal 12 angeordnet sein. So ist eine weitere Gassonde 22 stromab des Katalysatorsystems 14, 16 zur Regelung desselben angeordnet. Dies kann etwa eine weitere Lambdasonde oder aber ein NO<sub>x</sub>-Sensor sein. Zwei Temperatursensoren 24, 26 dienen der Erfassung einer Temperatur des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 16. Alle von den Gassonden 18, 20, 22 und den Temperatursensoren 24, 26 bereitgestellten Signale werden an ein Motorsteuergerät 28, in das eine Steuereinheit 30 integriert ist, weitergeleitet. Die in das Motorsteuergerät 28 eingehenden analogen Signale werden hier zunächst digitalisiert und nach abgelegten Algorithmen weiter verarbeitet. In Abhängigkeit von den erfassten Messgrößen wird der Betrieb der Verbrennungskraftmaschine 10 von dem Motorsteuergerät 28 geregelt.

Um ein in die Verbrennungskraftmaschine 10 einzuspeisendes Luft-Kraftstoff-Gemisch zu bestimmen und zu regeln, wird erfindungsgemäß die Sauerstoffkonzentration mit der Lambdasonde 18 und die Kohlenmonoxid-Konzentration mit der CO-Sonde 20 im Abgas erfasst. In der Steuereinheit 30 ist ein Algorithmus hinterlegt, der gemäß einem mathematischen Modell den Lambdawert analytisch oder iterativ in Abhängigkeit von der gemessenen Konzentration von O<sub>2</sub> und CO ermittelt. Alternativ kann in der Steuereinheit 30 auch ein Kennfeld hinterlegt sein, das Lambda als Funktion der Konzentrationen der beiden Abgaskomponenten wiedergibt. Das Motorsteuergerät 28 beziehungsweise die Steuereinheit 30 regelt in Abhängigkeit des so ermittelten Lambdawertes das in die Verbrennungskraftmaschine 10 einzuspeisende Luft-Kraftstoff-Gemisch. Dies geschieht beispielsweise durch Steuerung eines hier nicht dargestellten Kraftstoffdosiersystems, durch Steuerung eines in einer Abgasrückführung angeordneten Rückführventils 32 und/oder indem eine Position einer Drosselklappe 34 in einem Ansaugrohr 36 verändert wird. Wenn beispielsweise ein Lambdawert ermittelt wird, der größer als eine Lambda-Sollvorgabe ist, kann der Sauerstoffanteil in dem einzuspeisenden Luft-Kraftstoff-Gemisch durch stärkere Schließung der Drosselklappe 34 gesenkt werden.

Fig. 2 stellt in einem dreidimensionalen Diagramm die Abhängigkeit von Lambda von der Sauerstoff- und Kohlenmonoxid-Konzentration dar. Die dargestellte Kennfläche weist in der Dimension der Sauerstoffkonzentration eine starke Steigung auf, die der definitionsgemäßen starken Abhängigkeit des Lambdawertes von der Sauerstoffkonzentration entspricht. Auf der anderen Seite zeigt Lambda eine vergleichsweise schwache aber signifikante Abhängigkeit von der Kohlenmonoxid-Konzentration. Die CO-Abhängigkeit ist bei hohen Lambdawerten stärker ausgeprägt. Insgesamt wird somit gerade bei Lambdawerten oberhalb von 2 die Lambdabestimmung durch Einbeziehung der zweiten Messgröße der CO-Konzentration erheblich präziser. Messungenauigkeiten hinsichtlich der Sauerstoffkonzentration, die besonders bei hohen Lambdawerten zum Tragen kommen, fallen deutlich weniger ins Gewicht.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

10 Verbrennungskraftmaschine  
12 Abgaskanal  
14 Vorkatalysator  
16 NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator  
18 Gassonde (Lambdasonde)

20 Gassonde (CO-Sonde)  
22 Gassonde  
24 Temperatursensor  
26 Temperatursensor  
28 Motorsteuergerät  
30 Steuereinheit  
32 Rückführventil  
34 Drosselklappe  
36 Ansaugrohr

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines in eine Verbrennungskraftmaschine einzuspeisenden Luft-Kraftstoff-Gemisches, wobei eine Konzentration von Sauerstoff (O<sub>2</sub>) in einem Abgas der Verbrennungskraftmaschine mit einem O<sub>2</sub>-empfindlichen Messinstrument bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente mit einer für diese Abgaskomponente empfindlichen Messeinrichtung (20) bestimmt wird und in Abhängigkeit der Konzentration der mindestens einen weiteren Abgaskomponente und der O<sub>2</sub>-Konzentration ein Lambdawert ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration einer kohlenstoffhaltigen Abgaskomponente bestimmt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration von Kohlenmonoxid (CO) und/oder Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und/oder Kohlenwasserstoffen (HC) im Abgas bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lambdawert in Abhängigkeit von der Konzentration der mindestens einen weiteren Gaskomponente und von Sauerstoff (O<sub>2</sub>) berechnet oder mittels eines drei- oder mehrdimensionalen Kennfeldes ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lambdawert in Abhängigkeit von der Konzentration der mindestens einen weiteren Gaskomponente und von Sauerstoff (O<sub>2</sub>) nach einem mathematischen Modell, zum Beispiel nach Schweimer oder nach Brettschneider, berechnet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein in die Verbrennungskraftmaschine (10) einzuspeisendes Luft-Kraftstoff-Gemisch in Abhängigkeit von dem ermittelten Lambdawert geregelt wird.
7. Anordnung zur Bestimmung eines in eine Verbrennungskraftmaschine einzuspeisenden Luft-Kraftstoff-Gemisches mit einem in einem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine angeordneten O<sub>2</sub>-empfindlichen Messinstrument, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein weiteres Messinstrument (20) zur Erfassung einer Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente in dem Abgaskanal (12) angeordnet ist und dass Mittel vorgesehen sind, mit welchen die Verfahrensschritte Messung einer Konzentration mindestens einer weiteren Abgaskomponente, Ermittlung eines Luft-Kraftstoff-Vefhältnisses in Abhängigkeit der Konzentration der mindestens einen weiteren Abgaskomponente und von Sauerstoff und Regelung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches der Verbrennungskraftmaschine (10) ausführbar sind.
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Messinstrument (20) eine für eine kohlen-

stoffhaltige Abgaskomponente empfindliche Gassonde ist.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Messinstrument (20) eine CO-Sonde und/oder eine CO<sub>2</sub>-Sonde und/oder eine HC-Sonde ist. 5

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das O<sub>2</sub>-empfindliche Messinstrument (18) eine Lambdasonde ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, 10 dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel eine Steuereinheit (30) umfassen, in der eine Prozedur zur Steuerung der Verfahrensschritte zur Bestimmung und Regelung eines in eine Verbrennungskraftmaschine (10) einzuspeisenden Luft-Kraftstoff-Gemisches in digitaler 15 Form hinterlegt ist.

12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (30) in ein Motorsteuergerät (28) integriert ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

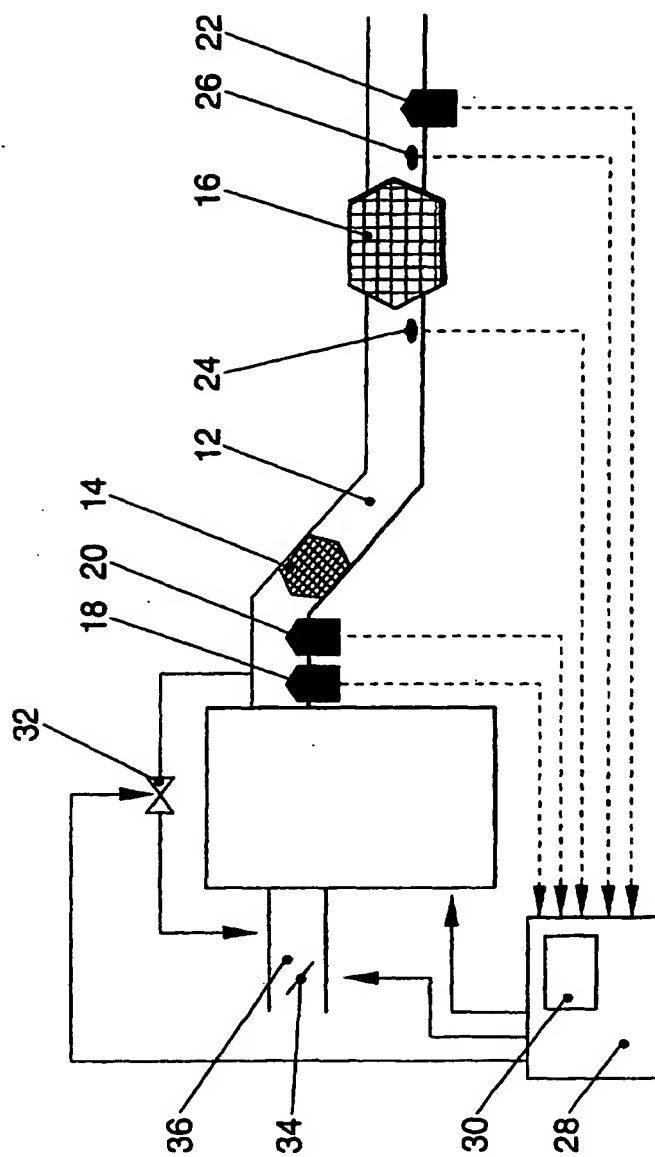


FIG. 1

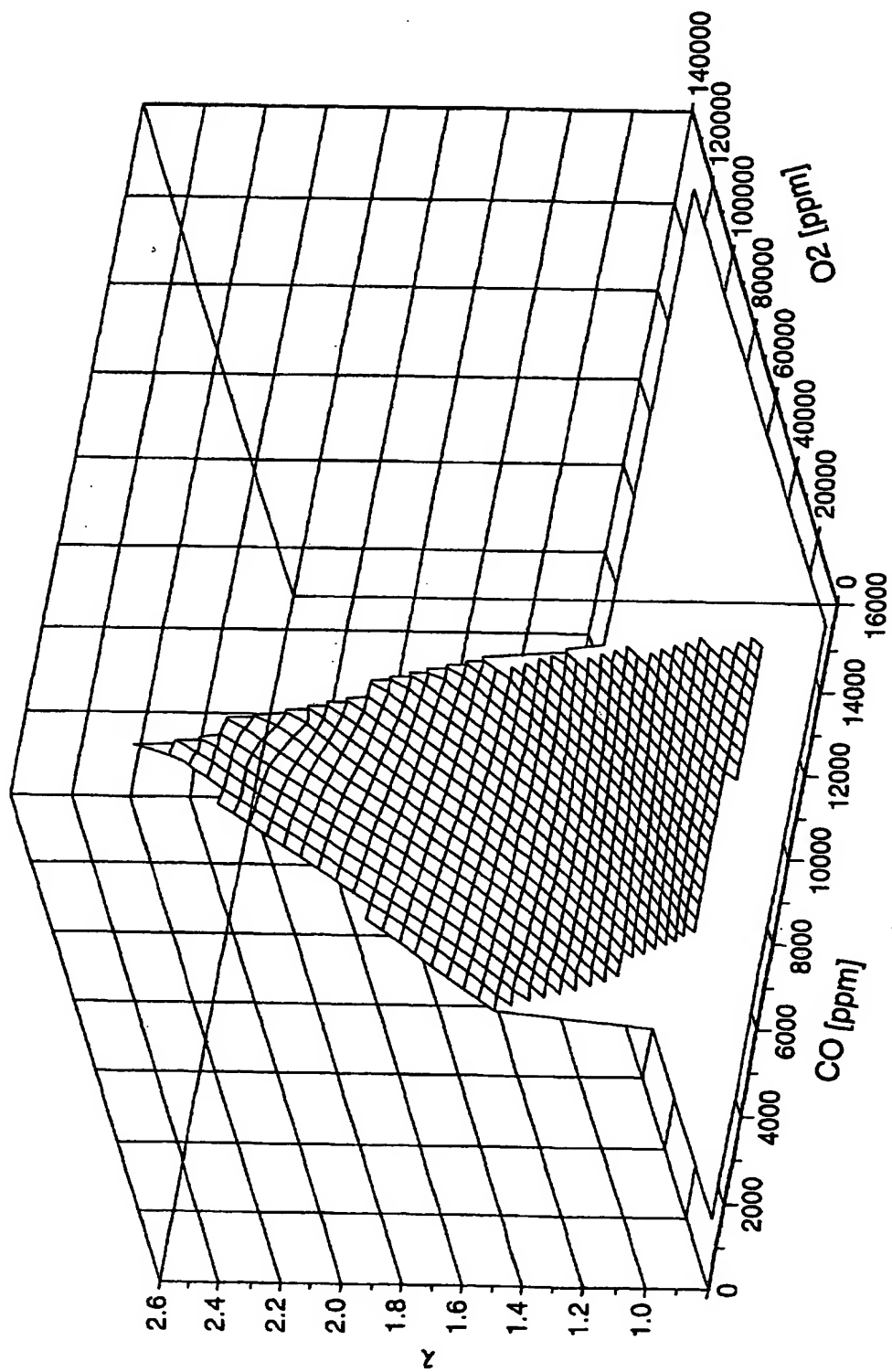


FIG. 2

**Determining air-fuel mixture to be injected into IC engine comprises using calculated lambda value depending on concentration of exhaust gas component and oxygen concentration**

Patent Number: DE10010041  
Publication date: 2001-09-06  
Inventor(s): HUPFELD BERND (DE); STANDT ULRICH-DIETER (DE)  
Applicant(s): VOLKSWAGENWERK AG (DE)  
Requested Patent: DE10010041  
Application Number: DE20001010041 20000302  
Priority Number(s): DE20001010041 20000302  
IPC Classification: F02D41/14  
EC Classification: F02D41/14D3L, F02D41/14D3B, F02D41/14D3F, F02D41/14D3H, F02D41/14D3J  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

Determining an air-fuel mixture to be injected into an IC engine comprises determining a concentration of oxygen in an exhaust gas of the engine using an oxygen-sensitive measuring instrument; determining a concentration of a further exhaust gas component using a measuring device which is sensitive for this exhaust gas component; and calculating a lambda value depending on the concentration of the further exhaust gas component and the oxygen concentration. An Independent claim is also included for an arrangement for determining an air-fuel mixture to be injected into an IC engine. Preferred Features: The concentration of a carbon-containing exhaust gas component is determined. The concentration of CO, CO<sub>2</sub> and/or hydrocarbons is determined in the exhaust gas. The lambda value is calculated depending on the concentration of at least the further gas component and oxygen according to a mathematical model.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

DOCKET NO: RSP-09561

SERIAL NO: \_\_\_\_\_

APPLICANT: Ebbehard Pott

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100